

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 100 30 904 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
F 01 L 1/047
F 01 L 1/08

21 Aktenzeichen: 100 30 904.6
 22 Anmeldetag: 23. 6. 2000
 43 Offenlegungstag: 31. 1. 2002

⑦1 Anmelder:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Dengler, Stefan, Dipl.-Ing., 90584 Allersberg, DE;
Serifsoy, Murat, Dipl.-Ing., 85051 Ingolstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	2 46 634
DE	42 22 477 A1
DE	37 05 128 A1
US	58 13 377
US	55 05 168
WO	95 23 912 A1

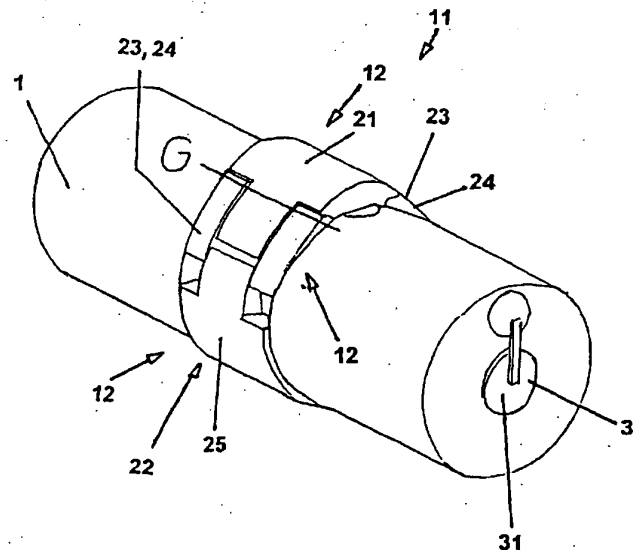
JP Patent Abstracts of Japan:
08074535 A;
01138310 A;
07133708 A;

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Nockenwelle

(51) - Die Erfindung betrifft eine Nockenwelle (1) für eine variable Steuerung zumindest eines Gaswechsels einer Brennkraftmaschine mit einem in Segmente (21, 24, 26) aufgeteilten Nocken (11). Der mehrteilige Nocken ist in ein Segment für den Grundkreis (25), in ein Spitzensegment (21) und in Flankenträger (24) unterteilt. Ein zentrisch in der Nockenwelle (1) angeordnetes Verstellelement (31) verstellt das Spitzensegment (21), wodurch die Ventilhubhöhe eines Ventils einer Brennkraftmaschine verändert werden kann. Grundkreis (25), Flankenträger (24) und Spitzensegment (21) besitzen eine Kontur, die ein Ventilbetätigungselement ohne Unterbrechung beaufschlagen und im Übergangsbereich von einem Segment zum anderen Segment tangential ineinander übergehen, so daß Peaks bei der Ventilbeschleunigung vermieden werden.



DE 100 30 904 A 1

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Nockenwelle für eine variable Steuerung zumindest eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine gemäß dem Patentanspruch 1.

[0002] Aus der US 1,757,046 ist eine Nockenwelle mit einem verstellbaren Nocken zur Steuerung eines Ventils einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Nockenwelle ist hohl ausgebildet und in ihrem Innern ist eine Steuerstange axial beweglich angeordnet. Mit Hilfe der axialen Bewegung der Steuerstange wird ein Teil des aus mehreren Segmenten bestehenden Nockens relativ zum anderen verdreht, wodurch die Öffnungszeit eines mit diesem Nocken zusammenarbeitenden Ventils verändert werden kann. Durch die Verstellung der Segmente des Nockens kann zwar die Ventilöffnungsdauer verändert werden, der Ventilhub, der durch die maximale radiale Ausdehnung des Nockens relativ zur Achse der Nockenwelle gekennzeichnet ist, kann mittels eines derartigen Nockens jedoch nicht verändert werden. Bei mit Gaswechselventilen gesteuerten Brennkraftmaschinen ist es vorteilhaft abhängig vom Betriebszustand den Ventilhub zu verändern.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Nockenwelle derart auszugestalten, daß damit der Hub eines Ventils veränderbar gesteuert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäß ausgestaltete Nockenwelle gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Durch die mehrteilige Ausgestaltung des Nockens und die wenigstens radiale Beweglichkeit des Spitzensegments des Nockens wird erreicht, daß durch das Verstellen der radialen Position des Spitzensegments Einfluß genommen werden kann auf den Ventilhub. Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird vorteilhaft erreicht, daß allein über die Ausgestaltung der Nockenwelle die Verstellung des Ventilhubes ermöglicht wird. Der Platzbedarf innerhalb des Zylinderkopfes bzw. Motors bleibt praktisch unverändert. Aufwendige Anordnungen zur Veränderungen der Anlenkpunkte von beispielsweise Kipphebeln zur Ventilhubverstellung entfallen. Die Verstellung des Ventilhubes kann dabei einfach, sicher und schnell und mit nur geringem Platzbedarf und vor allem auch geringem Aufwand an Bauteilen erreicht werden. Wird dem Spitzensegment erfindungsgemäß bei seiner radialen Bewegung gleichzeitig eine tangentiale Bewegungskomponente erteilt, so kann darüber hinaus vorteilhaft mit der erfindungsgemäßen Nockenwelle gleichzeitig die Steuerzeit des Ventils verändert werden. Die Lage des Nockens in Bezug zur Position des Nockens an Umfang der Nockenwelle kann dadurch vorteilhaft gleichzeitig mit dem Ventilhub verändert werden. Dazu sind zusätzliche Maßnahmen und Bauteile nicht erforderlich.

[0005] Mit einer derartigen Nockenwelle kann die Motorsteuerung vorteilhaft derart verbessert werden, daß durch die Verringerung des Ventilhubes die Gemischaufbereitung verbessert und so die Abgaswerte günstiger werden. Außerdem wird durch geringere Hübe die Reibleistung des Zylinderkopfes verringert. Gleichzeitig wird mit der Nockenwelle gemäß der Erfindung vorteilhaft der Event, d. h. die Ventilöffnungsdauer verkürzt, was zu einer Erhöhung des Drehmoments im unteren Drehzahlbereich führt. Die Kombination größerer Ventilhub und längerer Event liefert bei höheren Drehzahlen höhere Leistungsausbeute.

[0006] Günstigerweise besitzt der mehrteilige Nocken einen Flankenträger, der den Übergang zwischen Grundkreis und Spitzensegment des mehrteiligen Nockens bildet. Durch diese Ausgestaltung wird vorteilhaft erreicht, daß die Ventilöffnungssteuerflächen und Ventilschließsteuerflächen als ununterbrochene und somit stoßfreie beispielsweise mit

einem Rollenstoßel zusammenarbeitende Kontur des Nockens (Arbeitsfläche) ausgebildet werden kann. Der durch die Wegbewegung des Spitzensegments vom Grundkreis entstehende Abstand zwischen Grundkreis und Spitzensegment wird vom Flankenträger für das mit dem Nocken zusammenarbeitende Ventilbetätigungselement überbrückt.

[0007] Vorteilhaft werden die Flankenträger derart an der Nockenwelle angeordnet, daß sie um die Achse der Nockenwelle schwenkbar sind. Dadurch wird ermöglicht, daß die Flankenträger ohne eigene, von außen eingreifende Steuermittel den unterschiedlichen Stellungen des Spitzensegments des Nockens angepasst werden können. Vorteilhaft ist dazu das Spitzensegment mit einer Positioniereinrichtung ausgestattet,

[0008] Um einen ununterbrochenen Übergang zwischen Flankenträger und Grundkreis ausgestalten zu können, besitzt ein Flankenträger neben der Ventilöffnungs- oder Ventilschließsteuerfläche vorteilhaft auch einen Teil des Grundkreises des Nockens. Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung, bei der dem Spitzensegment des Nockens zwei Flankenträger zugeordnet sind, so daß sowohl die Ventilöffnungssteuerfläche als auch die Ventilschließsteuerfläche des Nockens bei der Wegbewegung des Spitzensegments ohne Unterbrechung und damit ohne Stoß für ein mit dem Nocken zusammenarbeitendes Ventilbetätigungselement, ausgebildet werden können. Auch können dann Kurvenformen verwirklicht werden, die für die Steuerung von Ventilen vorteilhaft ausgestaltet sind, d. h. mit denen die Ventilbewegungen mit vorgegebenen Beschleunigungen verwirklicht werden können.

[0009] Vorteilhaft sind Flankenträger und Spitzensegment bei der Verstellung des Spitzensegments derart miteinander gekoppelt, daß eine Bewegung des Spitzensegments in radialer und/oder radial-tangentialer Richtung die Schwenkbewegung bzw. Drehbewegung des Flankenträgers um die Achse der Nockenwelle bewirkt. Dadurch genügt ein Verstellorgan zur gleichzeitigen Verstellung der Position des Spitzensegments und der Flankenträger.

[0010] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Ventilöffnungssteuerfläche und entsprechend ebenso die Ventilschließsteuerfläche jeweils teilweise vom Spitzensegment und von einem Flankenträger gebildet. Durch die Aufteilung dieser Flächen auf Spitzensegment und Flankenträger kann eine große radiale Verstellung des Spitzensegments ermöglicht werden ohne daß Sprünge in der Steuerfläche unvermeidlich sind.

[0011] In besonders vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Kontur der Ventilöffnungssteuerfläche und vorteilhaft auch die der Ventilschließsteuerfläche des Spitzensegments und des Flankenträgers in jeder ihrer möglichen Stellungen während des Betriebs der Nockenwelle im Übergangsbereich von Spitzensegment und Flankenträger auf der Ventilöffnungssteuerfläche und/oder Ventilschließsteuerfläche je eine parallel zur Achse der Nockenwelle verlaufende Linie in der Kontur des Nockens besitzen wobei die Linie von Spitzensegment und Flankenträger auf einer Geraden liegen. Dies bewirkt vorteilhaft, daß ein mit der Kontur des Nockens zusammenarbeitendes Ventilbetätigungselement entweder vom Spitzensegment oder vom Flankenträger beaufschlagt ist. Lediglich im Übergangsbereich, wo ein Ventilbetätigungselement den Bereich des einen Segments verläßt um bei weiterer Rotation der Kurbelwelle vom anderen beaufschlagt zu werden, ist nur eine gleichzeitig zwei Segmente berührende Linie für ein Ventilbetätigungselement vorhanden. Dadurch wird erreicht, daß definierte Berührverhältnisse zwischen Nocken und Ventilbetätigungselement vorliegen. Vorteilhaft ist dabei der Übergang von einem Segment des Nockens im Bereich der

Geraden tangential d. h. ohne Peak in der Beschleunigung des Ventils.

[0012] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird der Grundkreis des Nockens gleichzeitig vom Grundkreissegment und dem Flankenträger gebildet. Dadurch wird ermöglicht, daß der Übergang der Kontur des Nockens vom Grundkreis zur Anlauframpe und Ablauframpe jeweils auf nur einem Segment ausgebildet werden muß. Durch die vorteilhafte Ausgestaltung der Segmente, wobei sich diese in axialer Richtung betrachtet überlappen, besonders vorteilhaft in jeder ihrer möglichen Stellungen, wird erreicht, daß ein mit diesem zusammenarbeitendes Ventilbetätigungselement immer Kontakt mit einem der Segmente des Nockens hat. Die Überlappung ist in ihrer Wirkung betrachtet also in Umfangsrichtung des Nockens wirksam.

[0013] Besonders vorteilhaft ist das Verstellelement als im Inneren, günstigerweise zentrisch, der Nockenwelle angeordnete verdrehbare Welle ausgebildet. Dadurch kann besonders einfach, z. B. über das Verstellen eines Exzenters die Verstellung des Spitzensegments erfolgen. Günstig kann so auch beispielsweise eine Keilwelle oder eine Steuerwelle mit einem Verstellnocken angeordnet sein. Entsprechend ist dazu vorteilhaft das Spitzensegment mit einer Aufnahme für das Ansetzen des Verstellelements ausgestaltet.

[0014] In besonders günstiger Ausgestaltung der Erfindung besitzt das Spitzensegment des Nockens eine Führungskontur zum positionierten Verstellen des Flankenträgers. Dazu besitzt dieser vorteilhaft einen Tastnocken, der mit der Führungskontur zusammenarbeitet und dabei kontrolliert in Anpassung an die Stellung des Spitzensegments die Position des Flankenträgers bestimmt. Vorteilhaft wird dazu der Flankenträger von einem elastischen Element beaufschlagt, das den Tastnocken spielfrei in Kontakt mit der Führungskontur hält.

[0015] Im folgenden wird die Erfindung anhand von schematischen zeichnerischen Darstellungen erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 eine Nockenwelle gemäß der Erfindung mit einem mehrteiligen Nocken für minimalen Ventilhub;

[0017] Fig. 2 die Nockenwelle von Fig. 1 in der Stellung für maximalen Ventilhub;

[0018] Fig. 3 einen Längsschnitt durch die Nockenwelle von Fig. 1;

[0019] Fig. 4 einen Schnitt A-A durch die Nockenwelle von Fig. 3;

[0020] Fig. 5 einen Schnitt B-B durch die Nockenwelle von Fig. 3;

[0021] Fig. 6 einen Längsschnitt durch die Nockenwelle von Fig. 2;

[0022] Fig. 7 einen Schnitt C-C durch die Nockenwelle von Fig. 6;

[0023] Fig. 8 eine anders ausgestaltete Aussparung zur Führung des Spitzensegments;

[0024] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäß ausgestaltete Nockenwelle 1 mit einem mehrteiligen Nocken 11. Der Nocken 11 hat in der Darstellung von Fig. 1 die Stellung eingenommen, die den minimalen Ventilhub bei Zusammenwirken mit einem entsprechenden Ventil erzeugen würde. Das Spitzensegment 21 steht in radialer Richtung entsprechend minimal über die Umfangsfläche der Nockenwelle 1 hinaus. Der mehrteilige Nocken 11 besteht neben dem Spitzensegment 21 aus einem Segment, das den Grundkreis 25 bildet sowie aus zwei Segmenten, die als Flankenträger 24 ausgebildet sind. Die Flankenträger 24 sind im Bereich ihrer Kontur 23, die mit einem Ventilbetätigungselement zusammenarbeitet, in zwei Konturteilstücke unterteilt, die axial versetzt sind. Zwischen die beiden Konturteilstücke greift von der einen Seite das Spitzensegment zwi-

schen die Konturteilstücke und von der anderen Seite ein Teil des Grundkreises 25.

[0025] Die Nockenwelle 1 ist mit einer zentrischen Bohrung versehen, in der eine Welle 3 drehbar verläuft, die als Verstellelement 31 ausgebildet ist und im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 durch eine Drehbewegung eine Verstellung des Nockens 11 bewirkt. Durch eine Umdrehung der Welle 3 um 180° (vgl. Fig. 2) erfolgt eine Verstellung des Nockens 11 der Nockenwelle 1 vom Minimal- zum Maximalhub eines mit der Nockenwelle 1 zusammenarbeitenden Ventils. [0026] Fig. 2 zeigt die Nockenwelle 1 mit einem auf Maximalhub verstellten Nocken 11. Das Spitzensegment 21 ragt dabei maximal über die Umfangsfläche der Nockenwelle hinaus. Über die Bohrung 4 erfolgt die Befestigung der Führung 350, die den Spitzennocken bei seiner Verstellbewegung führt. Über seine Führungskontur 34 gleitet das Spitzensegment bei seiner Verstellbewegung entlang einer Führungsfläche der Führung 350. Eine exakte radiale Verstellung des Spitzensegments 21 ist dadurch beim Ausführungsbeispiel von Fig. 1 und 2 der Nockenwelle 1 möglich. Gleichzeitig mit der Verstellung des Spitzensegments 21 in radialer Richtung weg von der Achse der Nockenwelle erfolgt für die Flankenträger 24 eine Schwenkbewegung um die Achse der Nockenwelle 1 in Richtung des Segments des Grundkreises 25. Das Spitzensegment 21 besitzt zu diesem Zweck eine Positioniereinrichtung 35, die in Form einer Führungsbahn 36 ausgebildet ist. Durch die Führungsbahn 36 wird die Position der Flankenträger 24 gesteuert. Durch elastische Elemente (vgl. Fig. 4) werden die Flankenträger 24 in Anlage an der Führungsbahn 36 gehalten. Durch diese Positioniereinrichtung 35 mit ihrer Führungsbahn 36 wird den Flankenträgern 24 für jede Stellung des Spitzensegments 21 eine definierte Position zugeordnet.

[0027] Bei dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Nocken ist die Ventilöffnungssteuerfläche symmetrisch zu der Ventilschließsteuerfläche ausgebildet. Dies kann muß aber nicht der Fall sein. Insbesondere bei der zu Fig. 7 und 8 beschriebenen Alternative. Durch die Aufteilung der Kontur des Nockens, sowohl der der Ventilöffnungssteuerfläche 22 als auch der der Ventilschließsteuerfläche 23 auf mehrere Nockensegmente, stellt sich auch für die vorliegende Erfindung das Problem in einer besonders günstigen Ausgestaltungsform der Erfindung die Kontur des Nockens, trotz einer Verstellbarkeit der Segmente zueinander, mit einer günstigen Kontur zu verwirklichen. Die bekannten Anforderungen an die Nockenform können auch bei einem Nocken gemäß der Erfindung verwirklicht werden. Bei der vorliegenden erfinderischen Nockenwelle 1 wird neben der Möglichkeit den Ventilhub des gesteuerten Ventils zu verändern auch gewährleistet, daß eine stetige Ventilbewegung erreicht wird und Beschleunigungsspitzen vermieden werden.

[0028] Ein Ventilbetätigungselement, z. B. ein Rollenstößel, geht bei seinem Lauf über den Nocken zunächst vom Segment des Grundkreises auf den Flankenträger über. Der Übergang erfolgt stoßfrei, da sich Grundkreis und Flankenträger in Umfangsrichtung überlappen, und tangential, da der Flankenträger ebenfalls ein Teilstück mit Abmessungen des Grundkreises besitzt. Anschließend geht die Kontur des Flankenträgers in eine Anlauframpe über, die dafür sorgt, daß z. B. der Rollenstößel das Spiel des Grundkreises überwindet und in Folge eine Beschleunigung des Ventils stattfindet. Bei weiterer Drehung der Nockenwelle und damit Überrollen der Kontur des Flankenträgers durch die Rolle des Stößels erreicht dieser die Übergabelinie (vergl. Fig. 1, Gerade G) wo die Rolle gleichzeitig den Flankenträger und das Spitzensegment beaufschlagt. Durch ein Überlappen in Umfangsrichtung des Nockens betrachtet, von Spitzensegment und Flankenträger, erfolgt der Übergang stoßfrei. Ein

Überlappen in Umfangsrichtung liegt dabei bei jeder Einstellposition des Spitzensegments vor.

[0029] Gleichzeitig erfolgt der Übergang des Ventilbetätigungselements vom Flankenträger zum Spitzensegment tangential und mit annähernd gleicher Krümmung, so daß auch ein stetiger Verlauf der Nockenbeschleunigung gewährleistet ist. Die Kontur von Spitzensegment und Flankenträger sind dabei so aufeinander abgestimmt, daß dies für alle Arbeitspositionen des Spitzensegments gilt.

[0030] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch die in Fig. 1 dargestellte Nockenwelle 1. In einer zentrischen Bohrung in der Nockenwelle 1 ist die Welle 3 angeordnet und drehbar gelagert. Die Welle 3 bildet das Verstellelement 31 für das Spitzensegment 21 des Nockens 11. Das Spitzensegment 21 besitzt ein Langloch 5 (vgl. Fig. 4) in dem der Exzenter 32 des Verstellelements 31 positioniert ist (vgl. Fig. 4). Durch Drehen der Welle 3 verändert sich die Position des Exzenter 32 von einer Position unterhalb der Mittellinie der Nockenwelle 1, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, zu einer Position oberhalb der Mittellinie. Dadurch wird das Spitzensegment 21 radial in eine Position verlagert, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist. In Fig. 3 ist oberhalb der Welle 3 die Bohrung 4 dargestellt, über die die Führung 350 für das Spitzensegment 21 mit der Nockenwelle 1 verbunden bzw. an dieser befestigt werden kann. Die Welle 3 wird von den ringförmigen Halterungen 6 der beiden mit dem Spitzensegment 21 zusammenarbeitenden Flankenträgern 24 umgriffen wodurch diese eine radiale Führung erfahren. Die Flankenträger 24 können dadurch eine Drehbewegung um die Welle 3, die ihrerseits zentrisch mit der Nockenwelle 1 ausgebildet ist, vollführen. Zur Aufnahme für das Spitzensegment 21 und die Flankenträger ist die Nockenwelle mit einer quer zur Achse der Nockenwelle verlaufenden Aussparung 15 (vgl. Fig. 4) versehen, die den Einbauräum für die Flankenträger, das Spitzensegment 21, die Führung 350 und letztlich auch den Exzenter 32, also das Verstellelement für das Spitzensegment 21, bildet. Die Welle 3 übernimmt durch ihre zentrische Anordnung in einer Bohrung der Nockenwelle 1 nicht nur die Funktion zum Antrieb des Exzenter 32 sondern auch eine Stabilisierung der Nockenwelle 1 gegen Durchbiegung.

[0031] Fig. 4 stellt einen Schnitt A-A durch die Nockenwelle 1 von Fig. 3 dar. Die Nockenwelle 1 selbst trägt den Grundkreis 25 in die Aussparung 15 der Nockenwelle 1 sind die einzelnen Elemente des Nockens 11 eingesetzt. Es sind dies das Spitzensegment 21, das mit seinem Langloch 5 den Exzenter 32 des Verstellelements 31 umgreift. Das Verstellelement 31 ist als Welle 3 ausgebildet (vgl. Fig. 3) und ist in einer Bohrung der Nockenwelle 1 gelagert. Innerhalb einer rechteckigen Aussparung 7 des Spitzensegments 21 ist die Führung 350 positioniert. Die rechteckige Aussparung 7 bildet die Führungskontur 34, über die das Spitzensegment 21 an der Führung 350 geführt wird. Zum Verstellen des Spitzensegments 21 bewegt sich durch Drehung der Welle 3 der Exzenter 32 nach rechts im Langloch 5 des Spitzensegments 21, wodurch dieses eine radiale Bewegung weg vom Grundkreis 25 ausführt. Die beiden Flankenträger 24 sind nur teilweise sichtbar. Damit die Flankenträger 24 immer ihre Position entsprechend der Position des Spitzensegments 21 einnehmen, sind elastische Elemente 38 vorgesehen, die in Bohrungen der Nockenwelle 1 positioniert sind. Die elastischen Elemente 38 sind als Druckfedern ausgebildet, die eine Drehbewegung in Richtung zum Spitzensegment 21 bewirken, so daß immer eine feste Zuordnung zwischen Spitzensegment 21 und Flankenträgern 24 bei Verstellung des Spitzensegments 21 gegeben ist.

[0032] Fig. 5 zeigt den Schnitt B-B durch Fig. 3, in dem die Flankenträger 24 deutlicher erkennbar sind. Die Welle 3

ist von der ringförmigen Halterung 6 des rechts dargestellten Flankenträgers 24 umgriffen, wodurch der Flankenträger 24 schwenkbar um die Achse der Welle 3 und damit die Achse der Nockenwelle 1 gelagert ist. Die Halterung des auf der linken Seite der Fig. 5 dargestellten Flankenträgers 24 ist in dieser Schnittdarstellung nicht erkennbar. Bei Verstellung des Spitzensegments 21 in radialer Richtung weg vom Grundkreis 25 gleitet das Spitzensegment 21 mit seiner Führungsbahn 36 entlang dem Tastnocken 37 der Flankenträger 24. Führungsbahn 36 und Tastnocken 37 bilden für den Flankenträger eine Positioniereinrichtung. Dafür, daß die Tastnocken 37 immer an der Führungsbahn 36 anliegen, sorgt für jeden Flankenträger das ihm zugeordnete elastische Element 38 (vgl. Fig. 4). Bei einer Bewegung des Spitzensegments 21 weg vom Grundkreis werden die Flankenträger 24 in Richtung auf den Grundkreis 25 geschwenkt (vgl. Fig. 7). Die Führungsbahn 36 bestimmt also über ihre Form in Verbindung mit der radialen Position des Spitzensegments 21 exakt die Position der Flankenträger 24. Diese feste Zuordnung zwischen der Position des Spitzensegments 21 und den dazugehörigen Flankenträgern 24 macht es möglich die Kontur 12 des Nockens mit der gewünschten Krümmung und damit für eine gewünscht Ventilbeschleunigung auszugestalten.

[0033] Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch die Nockenwelle von Fig. 2. In dieser Darstellung ist der Exzenter 32 in seiner anderen Extremposition, im Vergleich zu Fig. 3, dargestellt. Diese Position des Exzenter 32 bewirkt den radial maximalen Überstand des Spitzensegments 21 über die Umfangsfläche der Nockenwelle 1. Die übrigen Bauteile entsprechen denen von Fig. 3.

[0034] Fig. 7 zeigt eine Darstellung des Schnittes C-C von Fig. 6. Die Flankenträger 24 sind in dieser Position maximal in Richtung auf den Grundkreis 25 geschwenkt, was durch die Führungsbahn 36 in Verbindung mit den Tastnocken 37 bewirkt wird. Im Bereich des Schnittes C-C besitzen die Flankenträger 24 eine stabilere Ausgestaltung als im Bereich des Schnittes B-B von Fig. 5, wodurch sie besser in der Lage sind Kräfte, die auf die Kontur 12 des Nockens über ein Ventilbetätigungselement aufgebracht werden, ohne Verformung aufzunehmen. Neben der Ausgestaltung des Spitzensegments, bei der dieses eine reine radiale Bewegung vollführt liegt es auch im Rahmen der Erfindung die Führung 350 sowie die mit dieser zusammenwirkende Führungskontur 34 des Spitzensegments mit einem kurvenförmigen Verlauf auszugestalten, so daß das Spitzensegment bei seiner radialen Bewegung gleichzeitig eine tangentiale Bewegungskomponente erfährt. Bei einer derartigen Ausgestaltung würde dann eine Verstellung des Nockens der erfindungsgemäßen Nockenwelle gleichzeitig den Hub eines angesteuerten Ventils verändern und Steuerzeit d. h. den Zeitpunkt des maximalen Hubs des Ventils.

[0035] Fig. 8 zeigt in schematischer Darstellung eine alternativ ausgestaltete Aussparung 7 entsprechend der wie sie bei Fig. 4 beschrieben ist. Die Führungskontur ist bei der Ausgestaltung nach Fig. 8 demgegenüber aber gekrümmt, so daß bei einer radialen Verstellung des Spitzensegments dieses gleichzeitig eine tangentiale Bewegungskomponente erteilt bekommt. Dadurch kann die Lage der maximalen Ventilerhebung bezüglich der Nockenwelle verändert werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Nockenwelle
- 11 Nocken
- 12 Kontur
- 13 Achse

15 Aussparung
 21 Spitzensegment
 22 Ventilöffnungssteuerfläche
 23 Ventilschließsteuerfläche
 24 Flankenträger
 25 Grundkreis
 250 Anlauframpe
 251 Ablauframpe
 26 Grundkreissegment
 3 Welle
 31 Verstellelement
 32 Exzenter
 33 Verstellaufnahme
 35 Positioniereinrichtung
 350 Führung
 36 Führungsbahn
 37 Tastnocken
 38 elastisches Element
 4 Bohrung
 5 Langloch
 6 Halterung
 7 Aussparung
 G Gerade

Patentansprüche

1. Nockenwelle (1) für eine variable Steuerung zumindest eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine, wobei die Nockenwelle (1), wenigstens einen mehrteiligen, in Segmente (21, 24, 26) aufgeteilten Nocken (11) antreibt, der eine Kontur (12) für die Betätigung eines Ventilbetätigungselements besitzt, wobei die die Kontur (12) des Nockens (11) tragenden Segmente (21, 24, 26) des Nockens (11) wenigstens teilweise beweglich an der Nockenwelle (1) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der mehrteilige Nocken (11) ein Spitzensegment (21) besitzt, das wenigstens Teile der Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder Ventilschließsteuerfläche (23) des Nockens (11) enthält, wobei das Spitzensegment (21) zur Achse (13) der Nockenwelle (1) radial oder radial/tangential beweglich an dieser angeordnet ist.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder die Ventilschließsteuerfläche (23) teilweise von einem Flankenträger (24) gebildet wird.
3. Nockenwelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Flankenträger (24) im wesentlichen um die Achse (13) der Nockenwelle (1) schwenkbar angeordnet ist.
4. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Flankenträger (24) wenigstens einen Teil des Grundkreises (25) des Nockens (11) bildet.
5. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Spitzensegment (21) mit zwei Flankenträgern (24) zusammenarbeitet.
6. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Spitzensegment (21) bei einer radialen Verstellung derart mit dem Flankenträger (24) gekoppelt ist, daß eine Bewegung des Spitzensegments (21) in radialer Richtung eine Schwenkbewegung des Flankenträgers (24) im wesentlichen um die Achse (13) der Nockenwelle (1) zur Folge hat.
7. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kon-

tur (12) der Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder der Ventilschließsteuerfläche (23) teilweise vom Spitzensegment (21) und vom Flankenträger (24) gebildet wird.

8. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur (12) der Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder der Ventilschließsteuerfläche (23) des Spitzensegments (21) und des Flankenträgers (24) derart ausgebildet sind, daß sie in jeder ihrer möglichen Stellungen während des Betriebs der Nockenwelle (1) im Übergangspunkt vom Spitzensegment (21) und Flankenträgern (24) auf der Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder Ventilschließsteuerfläche (23) je eine parallel zur Achse (13) der Nockenwelle (1) verlaufende Linie in der Fläche der Kontur (12) des Nockens (11) besitzen und diese gemeinsam ein Teil einer Geraden (G) sind wobei auf dieser Linie ein mit dem Nocken zusammenarbeitendes Ventilbetätigungselement gleichzeitig das Spitzensegment (21) und den Flankenträger beaufschlagt.

9. Nockenwelle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung der Kontur (12) der Segmente (21, 24, 26) mit einer gemeinsamen Geraden (14) im Bereich der Geraden (14) einen tangentialen Übergang von der Kontur des einen Segments zur Kontur des anderen Segment bildet.

10. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur (12) des Nockens (11) auf der Ventilöffnungssteuerfläche (22) und/oder der Ventilschließsteuerfläche (23) entweder vom Spitzensegment (21) oder von einem Flankenträger (24) gebildet wird, so daß immer nur ein Segment (21, 24, 26) mit einem Ventilbetätigungselement in Kontakt steht.

11. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkreis (25) des Nockens (11) teilweise von einem Grundkreissegment (26) und von den Flankenträgern (24) gebildet wird.

12. Nockenwelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom Grundkreis (25) des Flankenträgers (24) zur Kontur des Flankenträgers (24) und umgekehrt als Anlauframpe (250) oder Ablauframpe (251) ausgebildet ist.

13. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (21, 24, 26) des Nockens (11) sich in Umfangsrichtung bezüglich der Kontur (12) betrachtet überlappen.

14. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Bewegung des Spitzensegments (21) dieses mit einem eine radiale oder eine radial/tangential Bewegung erzeugenden Verstellelement (31), z. B. einer Keil- oder Exzenterwelle (3, 32) oder einem hydraulischen Aktuator in Verbindung steht.

15. Nockenwelle nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstellelement (31) als im Inneren der Nockenwelle (1) verlaufende im Verhältnis zur Nockenwelle (1) verdrehbare Welle (3) ausgebildet ist.

16. Nockenwelle nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstellelement (31) durch seine Drehung einen Exzenter (32) bewegt, der mit dem Spitzensegment (21) in Eingriff steht und dieses radial oder radial/tangential von der Achse (13) der Nockenwelle (1) wegbewegt.

17. Nockenwelle nach Anspruch 14, dadurch gekenn-

zeichnet, daß das Verstellen durch eine axiale Verschiebung einer Keilwelle erfolgt.

18. Nockenwelle nach Anspruch 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Spitzensegment (21) eine Aufnahme (5) zum Angreifen des Verstellelements (31) besitzt.

19. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Spitzensegment (21) eine Führungskontur (34) aufweist, die mit der Führung 350 zur kontrollierten Verstellung des Spitzensegments (21) zusammenarbeitet.

20. Nockenwelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß dem Flankenträger (24) eine Positioniereinrichtung (36, 37) zugeordnet ist, die in Abhängigkeit von der Stellung des Spitzensegments (21) die Position des Flankenträgers (24) steuert.

21. Nockenwelle nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniereinrichtung aus einer Führungsbahn (36) am Spitzensegment (21) besteht, mit der der Flankenträger (24) mit einem Tastnocken (37) zusammenarbeitet.

22. Nockenwelle nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Tastnocken (37) des Flankenträgers (24) über ein elastisches Element (38) in Anlage an der Führungsbahn (36) des Spitzensegments (21) gehalten wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

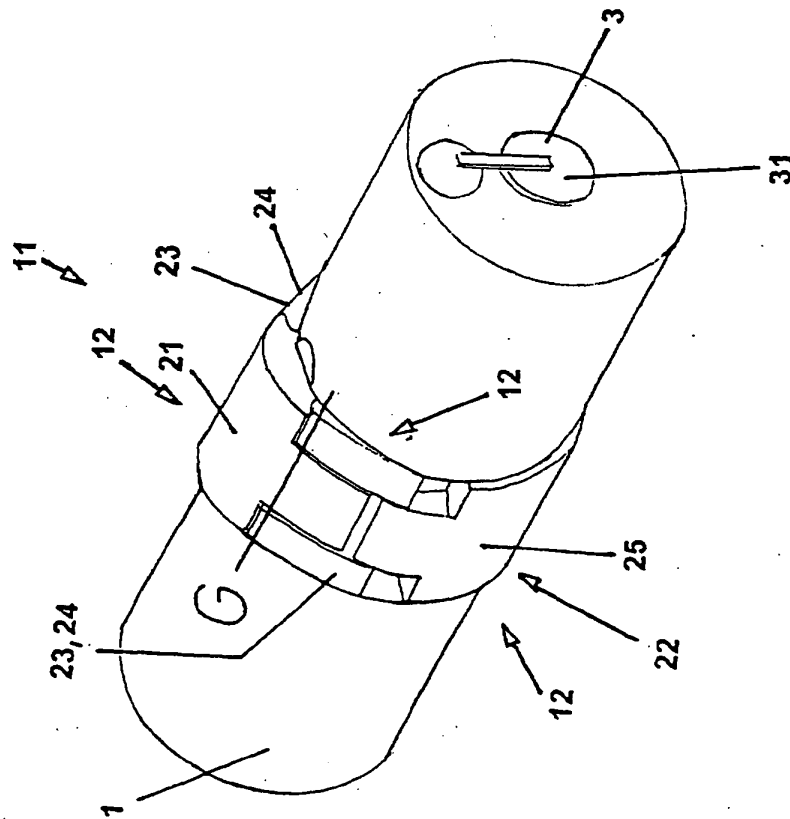
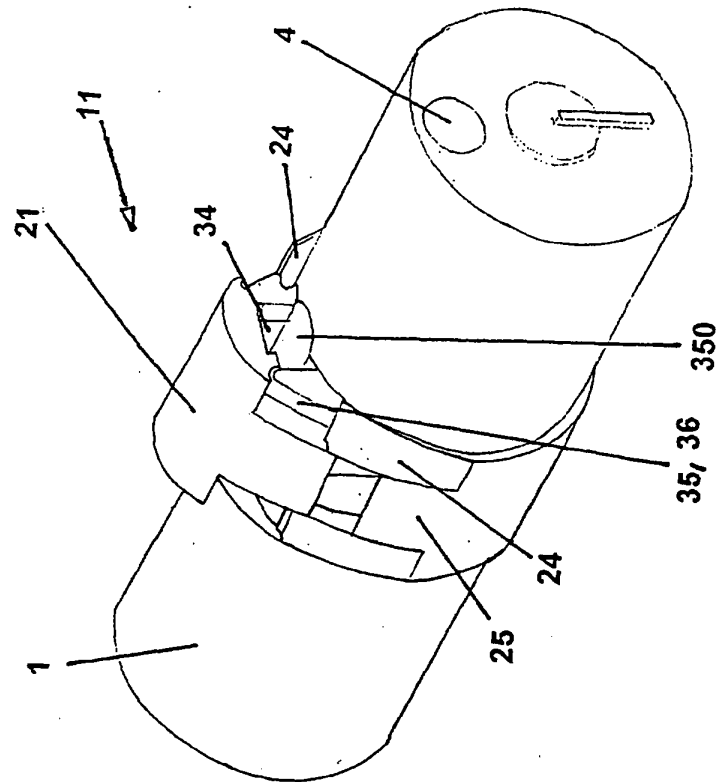


Fig. 2



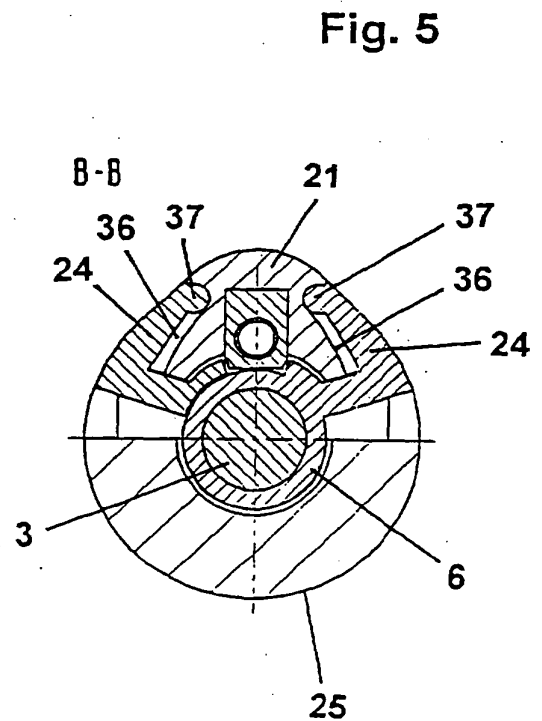
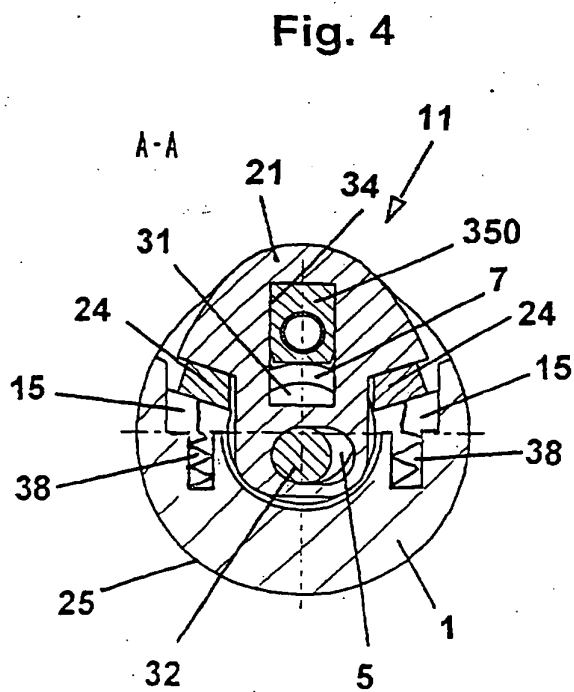
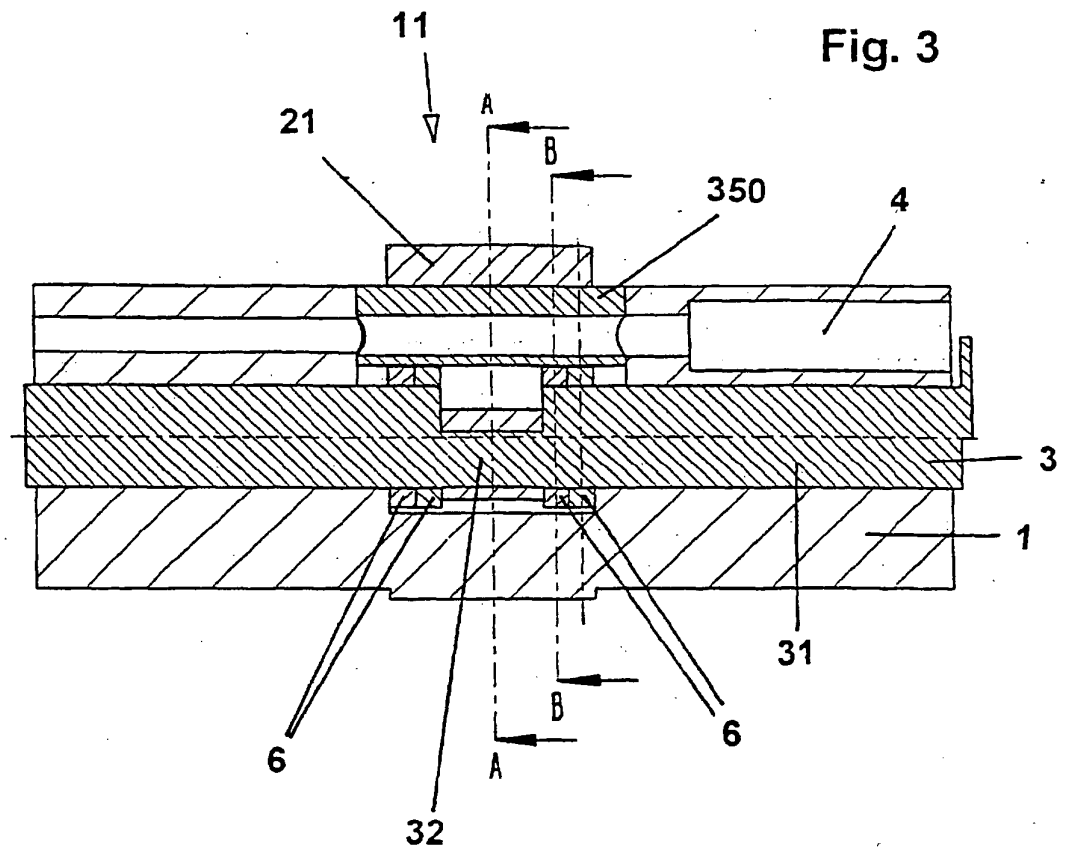


Fig. 6

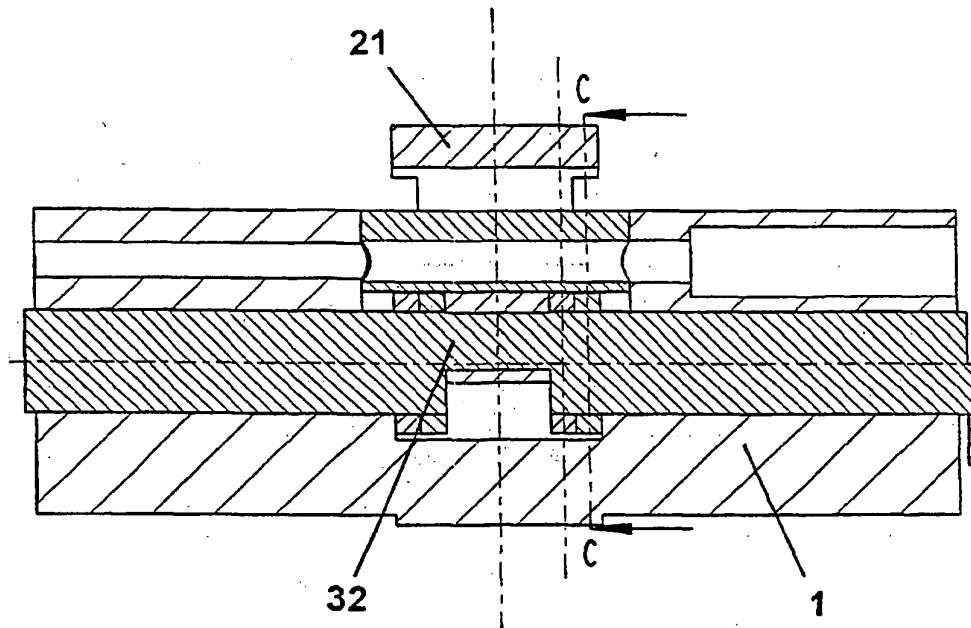


Fig. 7

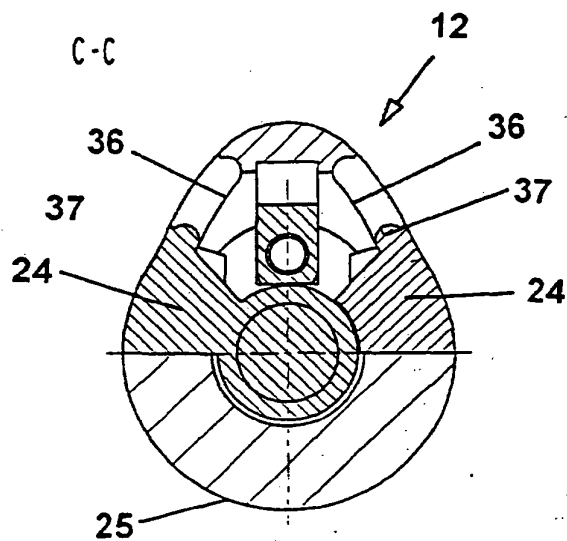


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.